

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-175023

(43)Date of publication of application : 13.07.1993

(51)Int.Cl.

H01F 1/053

H01F 1/08

(21)Application number : 03-356922

(71)Applicant : TDK CORP

(22)Date of filing : 25.12.1991

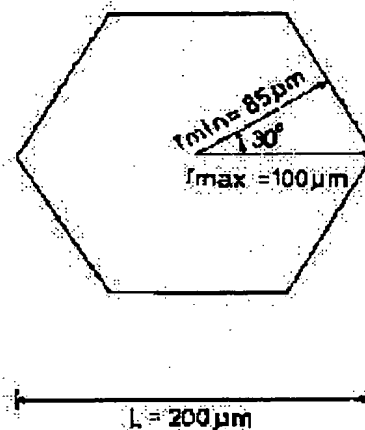
(72)Inventor : FUKUNO AKIRA
ISHIZAKA TSUTOMU
YONEYAMA TETSUTO

(54) MAGNET PARTICLE, MAGNET POWDER AND BONDED MAGNET

(57)Abstract:

PURPOSE: To improve a coercive force by forming surfaces of magnet particles containing N in alloyed particles of $\text{Sm}_2(\text{Fe, Co})_{17}$ series in specific smoothness.

CONSTITUTION: This magnet particles contain a composition containing 5-15 atomic % of R (R is one or more types of rare earth elements and contains Sm as an indispensable element), 0.5-25 atomic % of N and the remainder T (T is Fe or Fe and Co). The particles contain 30% or less of smoothness SS on each segment represented by the smoothness $SS = (\Delta 1 - 12) / L \times 100$, where a flat surface is divided into twelve segments by 30 degrees with the center of gravity of an arbitrary section of the particles as a center to form the twelve segments, γ is a distance from the center of gravity to the surface of each segment, $\Delta \gamma$ is a difference of the maximum value γ_{max} and the minimum value γ_{min} in each segment, and L is the longest diameter of the sectional shape of the particle. A resin bonded magnet using the magnet particles in which the surfaces are smoothed can obtain high magnetic properties.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which cannot be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] R (however, R is one or more sorts of elements chosen from rare earth elements) Sm is included as essential element 0.5-25 atom % content of five to 15 atom % and N is done, and the remainder is T. (however, T is Fe, or Fe and Co.). The surface smoothness SS centers on the center of gravity of the arbitrary cross section of a magnet particle by composition. Divide a flat surface into 12 equally by a unit of 30 degrees, form 12 segments, and distance from the center of gravity in each segment to a front face is set to r. Maximum rmax within each segment Minimum value rmin When a difference is set to Δr and the diameter of the longest of the cross-section configuration of a particle is set to L, The following formula Magnet particle characterized by the smoothness SS in each segment expressed with smoothness SS = $(\Delta r_{1-12} = (r_{\max} - r_{\min})_{1-12}) / L \times 100$ being all 30% or less.

[Claim 2] The magnet particle of the claim 1 whose aforementioned smoothness SS is 15% or less.

[Claim 3] The magnet particle characterized by smoothing of the front face being carried out by processing so that it may carry out, it may be the composition whose remainder is T (however, T is Fe, or Fe and Co.) 0.5-25 atom % content and coercive force iH_c may be set [N / five to 15 atom %, and] to 10 or more kOes in R (however, R is one or more sorts of elements chosen from rare earth elements, and contains Sm as essential element.).

[Claim 4] The magnet particle of the claim 3 whose aforementioned processing is ** ZURI between the magnet particles by machining.

[Claim 5] Magnet powder with which the magnet particle of claims 1, 2, 3, or 4 is contained 70% or more.

[Claim 6] The BONDIDO magnet which solidified the magnet powder of a claim 5 with the nonmagnetic binder, and was formed.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] this invention relates to a BONDIDDO magnet at a magnet particle and a magnet powder row.

[0002]

[Description of the Prior Art] As a highly efficient rare earth permanent magnet, although the Sm-Co system magnet and the Nd-Fe-B system magnet are known, development of a new rare earth permanent magnet is performed briskly in recent years. For example, Sm₂-Fe₁₇N_{2.3} which is the compound of Fe₁₇ and N by neighboring composition $4\pi\text{Ms}=15.4\text{kG}$, $T_c=470^\circ\text{C}$, and the basic physical properties of $H_s=14\text{T}$ are acquired. It is (BH) max of 10.5MGOe(s) as a metal BONDIDDO magnet which uses Zn as a binder. When obtained, by moreover, introduction of N to Sm₂-Fe₁₇ intermetallic compound Curie temperature improves sharply. It is reported that thermal stability was improved (). [PaperNo.S1.3 at the Sixth International Symposium on Magnetic Anisotropy and Coercivity] in Rare Earth-Transition Metal Alloys, Pittsburgh, PA and October 25, 1990. () [Proceedings Book; Carnegie Mellon University, Mellon Institute, Pittsburgh,] [PA] 15213 USA.

[0003] By this report, it is Sm₂-Fe₁₇N_{2.3}. Although it is $\mu_0 H_c=0.2\text{T}$ when it mixes with Zn powder and the cold press of the powder is carried out, when the magnetic field press was carried out further, and it heat-treats at the temperature near the melting point of Zn and carries out to a sintered magnet, i.e., a metal BONDIDDO magnet, $\mu_0 H_c=0.6\text{T}$ are obtained.

[0004] The magnet particle used for the metal BONDIDDO magnet of the above-mentioned report has the particle size of the grade which serves as a single crystal particle mostly, and coercive force developmental mechanics is a new courier SHON type. For this reason, magnetic properties tend to be influenced of the surface state of a particle. That is, since there is no pinning site of a magnetic domain wall into crystal grain and magnetic-domain-wall movement takes place easily with a new courier SHON type magnet although the aforementioned defect serves as a nucleus of reverse magnetic-domain generating and a magnetic domain wall occurs in a grain when defects, such as a minute salient, arise in a magnet particle front face by the mechanical shock at the time of trituration, oxidization of a particle, etc. and a magnetic field is impressed to the magnetization direction and an opposite side, coercive force is a low. By the above-mentioned report, in case it considers as a metal BONDIDDO magnet, a magnet particle is contacted to melting or the hot binder directly under the melting point, surface roughness is decreased to a magnet particle by this, generating of a magnetic domain wall is suppressed, and it is thought that high coercive force has been obtained.

[0005] However, even if it was the case where a low melting point metal was chosen and used, when it is made an elevated temperature for densification, there is a problem that N will come out out of a system. Furthermore, a metal BONDIDDO magnet is inferior to a moldability compared with the resin BONDIDDO magnet which used the resin binder, and since specific gravity is large, an application field will be limited.

[0006] Moreover, (BH) max of Sm₂-Fe₁₇ magnet (BH) max of the BONDIDDO magnet predicted from about 59 MGOe(s) which are theoretical values (BH) max of the metal BONDIDDO magnet shown in the above-mentioned report compared with being about 40 MGOe(s) It is low and especially coercive force is a low.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] this invention is made from such a situation and aims at raising the magnetic properties of the BONDIDDO magnet containing the magnet powder containing Sm, Fe, and N, especially coercive force.

[0008]

[Means for Solving the Problem] Such a purpose is attained by this invention of following the (1) - (6).

(1) R (however, R is one or more sorts of elements chosen from rare earth elements) Sm is included as essential element 0.5-25 atom % content of five to 15 atom % and N is done, and the remainder is T (however, T is Fe, or Fe and Co.). The surface smoothness SS centers on the center of gravity of the arbitrary cross section of a magnet particle by composition. Divide a flat surface into 12 equally by a unit of 30 degrees, form 12 segments, and distance from the center of gravity in each segment to a front face is set to r. Maximum rmax within each segment Minimum value rmin When a difference is set to Δr and the diameter of the longest of the cross-section configuration of a particle is set to L, The following formula Magnet particle characterized by the smoothness SS in each segment expressed with smoothness $SS = (\Delta r_{1-12} = (r_{\text{max}} - r_{\text{min}}))_{1-12} / L \times 100$ being all 30% or less.

[0009] (2) The magnet particle of the above (1) whose aforementioned smoothness SS is 15% or less.

[0010] (3) The magnet particle characterized by smoothing of the front face being carried out by processing so that it may carry out, it may be the composition whose remainder is T (however, T is Fe, or Fe and Co.) 0.5-25 atom % content and coercive force iH_c may be $\geq [N / \text{five to 15 atom \%}, \text{ and }] \geq 10$ or more kOe in R (however, R is one or more sorts of elements chosen from rare earth elements, and contains Sm as essential element).

[0011] (4) The magnet particle of the above (3) whose after mentioned processing is ** ZIR between the magnet particles by machining.

[0012] (5) Magnet powder with which the magnet particle of the above (1), (2), (3), or (4) is contained 70% or more.

[0013] (6) The BONDIDDO magnet which solidified the magnet powder of the above (5) with the nonmagnetic binder, and was formed.

[0014] In addition, smoothing on the front face of a particle is performed in part by the trituration between particles in a

trituration process.

[0015]

[Function] In order that smoothing of the surface discontinuity, such as a salient, may be carried out by processing of **ZUR etc. and surface roughness may decrease, the nucleus of reverse magnetic-domain generation rating decreases, and as for the magnet particle of this invention, high coercive force is obtained. It is desirable to perform processing of this smoothing until coercive force is set to 10 or more kOes.

[0016] The above-mentioned magnet particle makes the alloy particle of Sm₂17 (Fe, Co) system contain nitrogen (N). Since this magnet particle contains N, its Curie temperature is high and excellent in thermal stability. Moreover, by containing N, high saturation magnetization is obtained, anisotropy energy also improves and high coercive force is obtained. It is thought that the improvement in magnetic properties is because the distance of Fe atoms and the distance of Fe atom and a rare-earth-metal atom are optimized when N carries out invaded type dissolution to the specific position of a crystal lattice.

[0017] The BONDIDDO magnet of this invention distributes the magnet powder containing the magnet particle of this invention in nonmagnetic binders, such as a metal and a resin. In this invention, since high coercive force is obtained by smoothing the front face of a magnet particle, high coercive force is obtained like a metal BONDIDDO magnet especially in a resin BONDIDDO magnet and a resin is moreover used as a binder, the BONDIDDO magnet of a configuration with a good and complicated moldability is obtained easily.

[0018]

[Elements of the Invention] Hereafter, the concrete composition of this invention is explained in detail. The BONDIDDO magnet of this invention joins and manufactures magnet powder with a nonmagnetic binder. The magnet powder used by this invention consists of magnet particles to which smoothing of the front face was carried out.

[0019] The <magnet particle> aforementioned magnet particle contains R, N, and T.

[0020] R is one or more sorts of the rare earth elements of Sm independence or Sm, and others. As rare earth elements other than Sm, Y, La, Ce, Pr, Nd, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, etc. are mentioned, for example. Since a crystal magnetic anisotropy will fall if there are too many rare earth elements other than Sm, as for rare earth elements other than Sm, it is desirable to carry out to 70% or less of R, the content of R — five to 15 atom % — it considers as seven to 14 atom % preferably. Coercive force H_c declines that the content of R is under the aforementioned range, and if the aforementioned range is exceeded, a residual magnetic flux density B_r will fall.

[0021] the content of N — 0.5 to 25 atom % — it considers as five to 20 atom % preferably. It is good also as composition which changes to a part of N and contains C and/or Si in this invention. In this case, the content of N is more than 0.5 atom %, and the sum total content of N, C, and Si is below 25 atom %. If elevation of Curie temperature and improvement in saturation magnetization are inadequate if the content of N becomes under the aforementioned range, and the sum total content of N, C, and Si exceeds the aforementioned range, B_r will fall. C and/or Si which change to a part of N and are contained show saturation magnetization, coercive force, and the improvement effect in Curie temperature. Although there is especially no minimum of the sum total content of C and Si, if sum total content is more than 0.25 atom %, said effect will fully be demonstrated.

[0022] In addition, although the Curie temperature of a magnet particle changes with amounts of substitution of Fe by Co, it is about 430–650 degrees C.

[0023] T is Fe, or Fe and Co, and, as for especially the content of Fe in T, it is desirable that it is more than 30 atom % more than 20 atom %. If the content of Fe in T becomes under the aforementioned range, B_r will fall. In addition, although there is especially no upper limit of Fe content in T, when 80 atom % is exceeded, it is in the inclination for B_r to fall.

[0024] In the magnet particle, elements other than the above of Mn, nickel, Zn, etc. may contain. As for the content of these elements, it is desirable to consider as 3 or less % of the weight. Moreover, although elements, such as B, O, P, and S, may contain, as for the content of these elements, it is desirable to consider as 2 or less % of the weight.

[0025] In addition, a magnet particle mainly has the crystal structure of a Th₂Zn₁₇ type rhombohedral system.

[0026] Subsequently, nitriding treatment is performed to an alloy particle and it considers as a magnet particle. This nitriding treatment heat-treats to an alloy particle in nitrogen-gas-atmosphere kind, and, thereby, nitrogen is absorbed by the alloy particle. As for especially the retention temperature in the case of nitriding treatment, it is desirable to consider as about 450–650 degrees C. 400–700 degrees C. Moreover, as for especially the temperature holding time, it is desirable to consider as about 2 – 100 hours for 0.5 to 200 hours. The amount of N in a magnet particle can be measured by the gas-analysis method.

[0027] In addition, if a nitriding treatment process is presented without carrying out occlusion of the hydrogen to a hardener ingot, grinding, and exposing an alloy particle to the atmosphere further after a dehydrogenation, since generating of the oxide film on the front face of a particle can be suppressed, high reactivity is acquired in the case of nitriding treatment.

[0028] Composition of a magnet particle can be suitably chosen so that it may become the range which composition of the magnet particle after enveloping layer formation mentioned above.

[0029] As for a magnet particle, specifically, it is desirable to do 0.5–25 atom % content of five to 15 atom % and N for R (however, for R to be one or more sorts of elements chosen from rare earth elements, and to contain Sm as essential element.), and for the remainder to use the thing of composition of T (however, T is Fe, or Fe and Co.). If the amount which high saturation magnetization was not obtained when the amount which applied the highest amount of the above-mentioned range of R and N increases more than the amount of T became less than the above-mentioned range, but applied the minimum amount of the above-mentioned range of R and N increases more than this and the amount of T increases more than the above-mentioned range, T in a magnet particle will become superfluous to a stoichiometric composition, and a high remanence ratio will not be obtained. Moreover, if the content of N is aforementioned within the limits, a high Curie temperature and high saturation magnetization will be obtained. In addition, as mentioned above, you may change a part of N to C and/or Si. In addition, as mentioned above, you may change a part of N to C and/or Si.

[0030] After N-izing, the smoothing process on the front face of a particle is performed. You may perform this smoothing process before N-ized process.

[0031] In this invention, although especially a limit does not have a method of smoothing a magnet particle front face, a

physical surface treatment method and chemical surface treatment method can be considered.

[0032] It is desirable to use the processing method for smoothing a particle front face as a physical surface treatment method by the ** ZURI operation between the particles by the small processing method, for example, a stamp mill, a RAIKAI machine, etc., of energy etc.

[0033] Etching can be used as a chemical surface treatment method. As a chemical to be used, although eluted also in alkali and an acid, in order to control a reaction rate suitably, a weak acid is desirable. For example, an acetic acid etc. can be used.

[0034] Coercive force H_c increases, so that surface smoothness goes up a magnet particle. It is desirable to advance smoothing until coercive force H_c is set to 10 or more kOe.

[0035] In this invention in addition, the smoothness SS of a magnet particle front face A flat surface is equally divided into 12 by a unit of 30 degrees focusing on the center of gravity of the arbitrary cross section of a magnet particle. 12 segments are formed, distance from the center of gravity in each segment to a front face is set to r , and it is the maximum r_{max} within each segment. Minimum value r_{min} When a difference is set to Δr and the major axis of a cross-section configuration is set to L , The following formula It is expressed with smoothness $SS = (\Delta r / 12) = (r_{max} - r_{min}) / 12$, and if the above-mentioned coercive force H_c is taken into consideration, that it is 30% or less will make this smoothness SS 15% or less desirable still more preferably.

[0036] For example, when the arbitrary cross section of a magnet particle is carrying out a right 6 square-shape configuration like drawing 1 (i.e., when it has the smoothness SS with which are satisfied of this invention), the smoothness SS of the magnet particle 1 of an about is considered below. In this consideration, it is assumed that the major axis L of the cross-section configuration of the magnet particle 1 is 200 micrometers. It is the above-mentioned maximum r_{max} about the position of this major axis L . If it carries out, it is this maximum r_{max} . 100 micrometers and the minimum value r_{min} It is set to 85 micrometers. In addition, at this configuration, it is Maximum r_{max} . Minimum value r_{min} Since difference Δr becomes the maximum in this portion, this portion is considered.

[0037] If these numeric values are substituted for the formula of the above-mentioned smoothness SS Smoothness $SS = (\Delta r / 12) = (r_{max} - r_{min}) / 12$ Smoothness $SS = (100 - 85) / 200 = 15 / 200 = 7.5\%$. On the other hand, it is r_{max} at a variant configuration as shown in drawing 2 7.5%. 125 micrometers and r_{min} It may be called 60 micrometers. In this case, it becomes smoothness $SS = (125 - 60) / 200 = 65 / 200 = 32.5\%$, and becomes out of range [this invention].

[0038] The magnet particle which is the <manufacture method of resin BONDIDDO magnet> above, and was made and manufactured is distributed and joined in a resin binder, and let it be a resin BONDIDDO magnet.

[0039] What is necessary is just to perform manufacture of a resin BONDIDDO magnet according to the usual method. That is, after mixing the magnet particle and resin binder which were obtained as mentioned above first, it fabricates and heat-treats if needed. Moreover, a load **** process can also apply a resin binder by the sinking-in method after fabrication.

[0040] There is especially no limit in the forming method, and this invention can be applied to both the compression BONDIDDO magnet which uses compression fabrication, and the injection BONDIDDO magnet using injection fabrication.

[0041] What is necessary is for there to be especially no limit in the binder to be used, and just to use the various resins used for a well-known resin BONDIDDO magnet. For example, in the case of an injection BONDIDDO magnet, you should just use various thermoplastics, such as polyamide resin, for various thermosetting resin, such as an epoxy resin for which various curing agents were used in the case of the compression BONDIDDO magnet, again. In addition, especially a limit will be in the state of the binder at the time of mixture.

[0042] There is especially no limit in the mixed method of a magnet particle and a binder, and any, such as the method form mixer of a level rotary drum type mixer and erection, a vertical form double cone type mixer, a V shaped rotary mixer, a **** mixer, a spiral mixer, a ribbon mixer, and a shock rotation mixer, may be used. What is necessary is for there to be especially no limit in the conditions of compression fabrication or injection fabrication, and just to choose it as them from well-known conditions suitably.

[0043] In addition, in addition to the above-mentioned magnet particle and the above-mentioned binder, to the resin BONDIDDO magnet, lubricant, the coupling agent, the plasticizer, the antioxidant, etc. may contain if needed.

[0044] <Magnetic properties> Especially with the resin BONDIDDO magnet manufactured by the above-mentioned method, the coercive force H_c of 12 or more kOe is obtained, and 10 or more kOe(s) of 8 or more kG(s) of saturation magnetization M_s of 11 or more kG are obtained especially.

[0045] Since the same thing as what was used with the resin BONDIDDO magnet can be used for a <metal BONDIDDO magnet> magnet particle, it omits detailed explanation here.

[0046] The binder used by the <binder> this invention consists of 550 degrees C or less and a desirable metal which can combine a magnet particle below 500 degrees C.

[0047] As such a metal, the metal simple substance, alloy, and intermetallic compound whose melting point is about 150-500 degrees C are desirable, for example, Zn, Sn, Pb, Mg-Ba, Ba-Pb, Bi and In, Bi-Li, nickel-Ce, Ce-germanium, Ce-Zn, etc. are mentioned. Zn or Sn is [especially among these] desirable.

[0048] It is desirable to form the mixture section by which a magnet particle composition element and a binder composition element are contained in the circumference of a magnet particle with the metal BONDIDDO magnet of this invention. Big coercive force is obtained by existence of this mixture section.

[0049] Although T and/or R especially Fe, and/or Sm usually contain at least as a magnet particle composition element in the mixture section, T or R can be made to contain in the mixture section alternatively in this invention, so that it may mention later.

[0050] As for a magnet particle composition element and a binder composition element, existing as an intermetallic compound is desirable, and it is desirable that the intermetallic compound of T of a magnet particle and a binder composition element is especially contained in the mixture section. For example, it is desirable that intermetallic compounds, such as Zn_7Fe_3 , Zn_9Fe_1 , and Sm_2Zn_{17} , contain in the mixture section when Zn is used as a binder, and it is especially Zn_7Fe_3 . Zn_9Fe_1 Containing is desirable.

[0051] <Magnetic properties> Especially with the metal BONDIDDO magnet manufactured by the above-mentioned method, the coercive force H_c of 15 or more kOe is obtained, and 10 or more kOe(s) of 7 or more kG(s) of saturation

magnetization pills(s) of 10 or more are obtained especially.

[0052]

[Example] Hereafter, the concrete example of this invention is shown and this invention is further explained in detail. The resin BONDIDDO magnet was produced using the magnet particle of the composition shown in the following table 1.

[0053] <manufacture of magnet powder> — the hardener ingot was first produced by high-frequency induction heating by using Sm metal and Fe metal as a raw material the crystal grain of the rhombohedron type structure of Th₂Zn₁₇ type

[ingot / hardener] — having — the diameter of average crystal grain — about 500 — microns it was. In addition, joint structure was checked with the X-ray diffraction method.

[0054] Next, solution treatment was performed on the hardener ingot. Solution treatment was performed at 1150 degrees C in Ar gas atmosphere for 16 hours.

[0055] It is the end of an alloy powder it was obtained by carrying out disc-mill trituration of the hardener ingot to 20 micrometers of mean particle diameters after solution treatment Sm8.9, Fe 74.8, and N 16.3 Nitriding treatment was performed and it considered as magnet powder so that it might be formed. Nitriding treatment is N₂. It carried out by heat-treating at 450 degrees C in gas atmosphere for 10 hours. The Curie temperature of each magnet powder was about 450–490 degrees C.

[0056] Next, the magnet particle formed as mentioned above was mixed with the epoxy system resin binder, compression fabrication and heat curing were performed, and the resin BONDIDDO magnet was produced. About these resin BONDIDDO magnets, measurement of coercive force iHc and saturation magnetization 4piMs was performed. A result is shown in Table 1.

[0057]

[Table 1]

[0058] From the result shown in Table 1 to a book That is, with the resin BONDIDDO magnet using the magnet particle which smoothed the front face, high magnetic properties are obtained, and when the magnet particle to which especially the smoothness SS exceeds 30% is used, 10kOe and very high coercive force have been obtained.

[0059] The powder of the binder of 15 micrometers of metal BONDIDDO magnet mean particle diameters and the mixture of the above-mentioned magnet particle were produced with the RAIKAI machine made from cemented carbide. Content of the powder of the binder in mixture was made into 12.5 volume % at the binder using Zn (419 degrees C of melting points). Compression fabrication of the mixture was carried out and pressurization heat treatment of the obtained Plastic solid was carried out with the hotpress. For 1 hour and a retention temperature, 450 degrees C and a pressurization pressure are [the press time in the case of a hotpress] 2.3t/cm. It carried out. After the hotpress, it cooled and the metal BONDIDDO magnet was obtained. Next PISOMIRU and the jet mill ground this metal BONDIDDO magnet, and 3 micrometers of magnet particle mean particle diameters were obtained.

[0060] When the magnetic properties of the metal BONDIDDO magnet obtained by making it this ** were investigated, the high magnetic properties beyond it were obtained like the above-mentioned resin BONDIDDO magnet.

[0061] Thus, about the obtained magnet particle, they are number-of-times of pestle 100rpm, and mortar rotational frequency 25rpm with the RAIKAI machine made from superhard. It was processed. Thus, when the resin BONDIDDO magnet and the metal BONDEDDO magnet were produced like the above using the obtained magnet powder, high magnetic properties were obtained like the above-mentioned example.

[0062] Moreover, when a part of Fe of a magnet particle was replaced by Co in each above-mentioned example, the slight fall of iHc was accepted in elevation of Tc, and the improvement row of 4piMs.

[0063] In the above-mentioned example, although smoothing processing was performed apart from the trituration process, you may carry out simultaneously with a trituration process.

[0064]

[Effect of the Invention] In the magnet particle of this invention, high magnetic properties came to be obtained by smoothing of the front face as mentioned above.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the cross section of the magnet particle by this invention.

[Drawing 2] It is the cross section of the magnet particle besides this invention.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

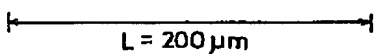
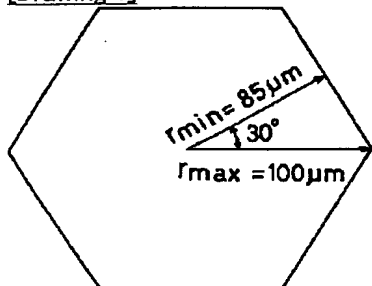
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. *** shows the word which can not be translated.

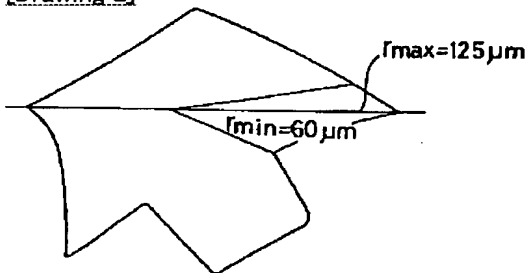
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

[Drawing 1]



[Drawing 2]



[Translation done.]

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-175023

(43)公開日 平成5年(1993)7月13日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	FI	技術表示箇所
H 0 1 F 1/053 1/08		A 7371-5E 7371-5E	H 0 1 F 1/ 04	A

審査請求 未請求 請求項の数6(全 6 頁)

(21)出願番号 特願平3-356922

(22)出願日 平成3年(1991)12月25日

(71)出願人 000003067

ティーディーケイ株式会社
東京都中央区日本橋1丁目13番1号

(72)発明者 福野 亮

東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティーディーケイ株式会社内

(72)発明者 石坂 力

東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティーディーケイ株式会社内

(72)発明者 米山 哲人

東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティーディーケイ株式会社内

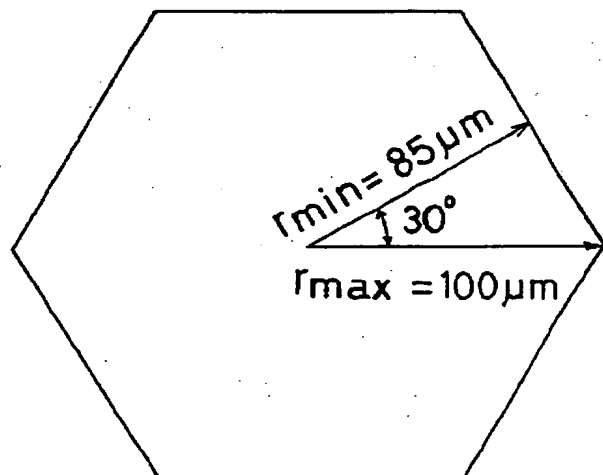
(74)代理人 弁理士 石井 陽一

(54)【発明の名称】 磁石粒子、磁石粉末ならびにボンディッド磁石

(57)【要約】

【構成】本発明の磁石粒子は、磁石粒子間の共ズリ等の加工によりその表面が平滑化されている。

【効果】本発明の磁石粒子は、共ズリ等の加工により、突起等の表面欠陥が平滑化されて表面粗さが減少するため逆磁区発生の核が減少し、高い保磁力が得られる。この平滑化の加工は、保磁力が10 kOe以上となるまで行うことが望ましい。



L = 200 μm

【特許請求の範囲】

【請求項1】 R（ただし、Rは希土類元素から選択される1種以上の元素であり、Smを必須元素として含む。）を5～15原子%、Nを0.5～25原子%含有し、残部がT（ただし、TはFe、またはFeおよびCoである。）の組成で、表面の平滑度SSが、磁石粒子*

$$\text{平滑度SS} = (\Delta r_{1-12} = (r_{\max} - r_{\min})_{1-12}) / L \times 100$$

で表される各セグメントにおける平滑度SSがいずれも30%以下であることを特徴とする磁石粒子。

【請求項2】 前記平滑度SSが、15%以下である請求項1の磁石粒子。

【請求項3】 R（ただし、Rは希土類元素から選択される1種以上の元素であり、Smを必須元素として含む。）を5～15原子%、Nを0.5～25原子%含有し、残部がT（ただし、TはFe、またはFeおよびCoである。）である組成で、保磁力 iH_c が10kOe以上となるように、表面が加工により平滑化されていることを特徴とする磁石粒子。

【請求項4】 前記加工が機械加工による磁石粒子間の共ズリである請求項3の磁石粒子。

【請求項5】 請求項1、2、3または4の磁石粒子が、70%以上含まれている磁石粉末。

【請求項6】 請求項5の磁石粉末を、非磁性バインダによって固化して形成されたボンディッド磁石。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、磁石粒子、磁石粉末ならびにボンディッド磁石に関する。

【0002】

【従来の技術】高性能希土類磁石としては、Sm-Co系磁石やNd-Fe-B系磁石が知られているが、近年、新規な希土類磁石の開発が盛んに行なわれている。例えば、 $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17}$ とNとの化合物である $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17}\text{N}_{2.3}$ 付近の組成で、 $4\pi I_s = 15.4\text{kG}$ 、 $T_c = 470^\circ\text{C}$ 、 $H_s = 1.4\text{T}$ の基本物性が得られること、Znをバインダとする金属ボンディッド磁石として10.5MG0eの(BH) $_{\max}$ が得られると、また、 $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17}$ 金属間化合物へのNの導入により、キュリー温度が大幅に向上して熱安定性が改良されたことが報告されている(PaperNo.SI.3 at the Sixth International Symposium on Magnetic Anisotropy and Coercivity in Rare Earth-Transition Metal Alloys, Pittsburgh, PA, October 25, 1990. (Proceedings, Book; Carnegie Mellon University, Mellon Institute, Pittsburgh, PA 15213 USA))。

【0003】この報告では、 $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17}\text{N}_{2.3}$ の粉末をZn粉末と混合してコールドプレスした場合、 $\mu_0 H_c = 0.2\text{T}$ であるが、さらに磁場プレスしてZnの融点付近の温度で熱処理して焼結磁石すなわち金属ボンディッド磁石とした場合、 $\mu_0 H_c = 0.6\text{T}$ が得られている。

*の任意断面の重心を中心として、平面を30度づつに12等分して、12個のセグメントを形成し、各セグメントにおける重心から表面までの距離をrとし、各セグメント内での最大値 r_{\max} と最小値 r_{\min} の差を Δr とし、粒子の断面形状の最長径をLとしたとき、次式

【0004】上記報告の金属ボンディッド磁石に用いられている磁石粒子は、ほぼ単結晶粒子となる程度の粒径を有し、保磁力発生機構はニュークリエーションタイプである。このため、磁気特性が粒子の表面状態の影響を受け易い。すなわち、粉碎時の機械的衝撃や粒子の酸化等により磁石粒子表面には微小突起等の欠陥が生じ、磁化方向と反対側に磁界が印加されたときに前記欠陥が逆磁区発生の核となって粒内に磁壁が発生するが、ニュークリエーションタイプの磁石では結晶粒内に磁壁のピンニングサイトがないため容易に磁壁移動が起こるので、保磁力は低い。上記報告では、金属ボンディッド磁石とする際に、熔融もしくは融点直下の高温のバインダに磁石粒子を接触させ、これにより磁石粒子に表面粗さを減少させて磁壁の発生を抑制し、高い保磁力を得ていると考えられる。

【0005】しかし、低融点金属を選択して用いた場合であっても、高密度化のために高温にしたとき、Nが系外に出てしまうという問題がある。更に、金属ボンディッド磁石は、樹脂バインダを用いた樹脂ボンディッド磁石に比べ成形性に劣り、また、比重が大きいため、適用分野が限定されてしまう。

【0006】また、 $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17}$ 磁石の(BH) $_{\max}$ の理論値である約5.9MG0eから予測されるボンディッド磁石の(BH) $_{\max}$ が約4.0MG0eであるのに比べ、上記報告に示される金属ボンディッド磁石の(BH) $_{\max}$ は低く、特に保磁力が低い。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、このような事情からなされたものであり、Sm、FeおよびNを含有する磁石粉末を含有するボンディッド磁石の磁気特性、特に保磁力を向上させることを目的とするものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】このような目的は、下記(1)～(6)の本発明により達成される。

(1) R（ただし、Rは希土類元素から選択される1種以上の元素であり、Smを必須元素として含む。）を5～15原子%、Nを0.5～25原子%含有し、残部がT（ただし、TはFe、またはFeおよびCoである。）の組成で、表面の平滑度SSが、磁石粒子の任意断面の重心を中心として、平面を30度づつに12等分して、12個のセグメントを形成し、各セグメントにおける重心から表面までの距離をrとし、各セグメント内

での最大値 r_{\max} と最小値 r_{\min} の差を Δr とし、粒子*

$$\text{平滑度 } SS = (\Delta r_{1-12} = (r_{\max} - r_{\min})_{1-12}) / L \times 100$$

で表される各セグメントにおける平滑度 SS がいずれも 30% 以下であることを特徴とする磁石粒子。

【0009】(2) 前記平滑度 SS が、15% 以下である上記(1)の磁石粒子。

【0010】(3) R (ただし、 R は希土類元素から選択される1種以上の元素であり、 Sm を必須元素として含む。) を 5~15 原子%、 N を 0.5~25 原子% 含有し、残部が T (ただし、 T は Fe 、または Fe および Co である。) である組成で、保磁力 iH_c が 10 kOe 以上となるように、表面が加工により平滑化されていることを特徴とする磁石粒子。

【0011】(4) 前記加工が機械加工による磁石粒子間の共ズリである上記(3)の磁石粒子。

【0012】(5) 上記(1)、(2)、(3) または(4)の磁石粒子が、70% 以上含まれている磁石粉末。

【0013】(6) 上記(5)の磁石粉末を、非磁性バインダによって固化して形成されたボンディッド磁石。

【0014】なお、粒子表面の平滑化は、粉碎工程中における粒子相互の摩擦によっても一部行われる。

【0015】

【作用】本発明の磁石粒子は、共ズリ等の加工により、突起等の表面欠陥が平滑化されて表面粗さが減少するため逆磁区発生の核が減少し、高い保磁力が得られる。この平滑化の加工は、保磁力が 10 kOe 以上となるまで行うことが望ましい。

【0016】上記磁石粒子は、 $Sm_2(Fe, Co)_{17}$ 系の合金粒子に窒素(N)を含有させたものである。この磁石粒子は N を含有するためキュリー温度が高く、熱安定性に優れる。また、 N を含有することにより高い飽和磁化が得られ、異方性エネルギーも向上して高い保磁力が得られる。磁気特性の向上は、 N が結晶格子の特定位置に侵入型の固溶をすることにより、 Fe 原子同士の距離や、 Fe 原子と希土類金属原子との距離が最適化されるためであると考えられる。

【0017】本発明のボンディッド磁石は、本発明の磁石粒子を含む磁石粉末を金属、樹脂等の非磁性バインダ中に分散したものである。本発明では、磁石粒子の表面を平滑化することにより、高保磁力が得られ、特に樹脂ボンディッド磁石においては、金属ボンディッド磁石と同様に高保磁力が得られ、しかも、バインダとして樹脂を用いるので、成形性が良好で複雑な形状のボンディッド磁石が容易に得られる。

【0018】

【具体的構成】以下、本発明の具体的構成を詳細に説明する。本発明のボンディッド磁石は、磁石粉末を非磁性バインダで固結して製造したものである。本発明で用い

*の断面形状の最長径を L としたとき、次式

る磁石粉末は、表面が平滑化された磁石粒子から構成される。

【0019】<磁石粒子>前記磁石粒子は、 R 、 N および T を含有する。

【0020】 R は、 Sm 単独、あるいは Sm およびその他の希土類元素の1種以上である。 Sm 以外の希土類元素としては、例えば Y 、 La 、 Ce 、 Pr 、 Nd 、 Eu 、 Gd 、 Tb 、 Dy 、 Ho 、 Er 、 Tm 、 Yb 、 Lu 等が挙げられる。 Sm 以外の希土類元素が多すぎると結晶磁気異方性が低下するため、 Sm 以外の希土類元素は R の 70% 以下とすることが好ましい。 R の含有率は、5~15 原子%、好ましくは 7~14 原子% とする。 R の含有率が前記範囲未満であると保磁力 iH_c が低下し、前記範囲を超えると残留磁束密度 B_r が低下してしまう。

【0021】 N の含有率は、0.5~25 原子%、好ましくは 5~20 原子% とする。本発明では、 N の一部に換えて C および/または Si を含有する構成としてもよい。この場合、 N の含有率は 0.5 原子% 以上であり、 N 、 C および Si の合計含有率は 25 原子% 以下である。 N の含有率が前記範囲未満となると、キュリー温度の上昇と飽和磁化の向上が不十分であり、 N 、 C および Si の合計含有率が前記範囲を超えると B_r が低下する。 N の一部に換えて含有される C および/または Si は、飽和磁化、保磁力およびキュリー温度向上効果を示す。 C および Si の合計含有率の下限は特にないが、合計含有率が 0.25 原子% 以上であれば、前記した効果は十分に発揮される。

【0022】なお、磁石粒子のキュリー温度は、 Co による Fe の置換量によって異なるが 430~650℃ 程度である。

【0023】 T は Fe 、または Fe および Co であり、 T 中の Fe の含有率は 20 原子% 以上、特に 30 原子% 以上であることが好ましい。 T 中の Fe の含有率が前記範囲未満となると B_r が低下する。なお、 T 中の Fe 含有率の上限は特にないが、80 原子% を超えると B_r が低下する傾向にある。

【0024】磁石粒子中には、 Mn 、 Ni 、 Zn 等の上記以外の元素が含有されていてもよい。これらの元素の含有率は 3 重量% 以下とすることが好ましい。また、 B 、 O 、 P 、 S 等の元素が含有されていてもよいが、これらの元素の含有率は 2 重量% 以下とすることが好ましい。

【0025】なお、磁石粒子は、主として Th_2Zn_{17} 型の菱面体晶系の結晶構造を有する。

【0026】次いで、合金粒子に窒化処理を施し、磁石粒子とする。この窒化処理は窒素雰囲気中で合金粒子に熱処理を施すものであり、これにより合金粒子には窒素

が吸収される。窒化処理の際の保持温度は400～700℃、特に450～650℃程度とすることが好ましい。また、温度保持時間は、0.5～200時間、特に2～100時間程度とすることが好ましい。磁石粒子中のN量は、ガス分析法により測定することができる。

【0027】なお、母合金インゴットに水素を吸蔵させて粉碎し、脱水素後さらに合金粒子を大気にさらすことなく窒化処理工程に供すれば、粒子表面の酸化膜の発生を抑えることができるので、窒化処理の際に高い反応性が得られる。

【0028】磁石粒子の組成は、被覆層形成後の磁石粒子の組成が前述したような範囲となるように適宜選択することができる。

【0029】具体的には、磁石粒子は、R（ただし、Rは希土類元素から選択される1種以上の元素であり、S、mを必須元素として含む。）を5～15原子%、Nを0.5～2.5原子%含有し、残部がT（ただし、TはFe、またはFeおよびCoである。）の組成のものを用いることが望ましい。ここで、RとNの上記範囲の最高量を加えた量がこれ以上多くなり、Tの量が上記範囲より少なくなると、高い飽和磁化が得られず、RとNの上記範囲の最低量を加えた量がこれ以上多くなり、Tの量が上記範囲より多くなると、磁石粒子中のTが化学量論組成に対して過剰となり、高い角形比が得られない。また、Nの含有率が前記範囲内であれば、高いキュリー温度および高飽和磁化が得られる。なお、前述したようにNの一部をCおよび/またはSiに換えてもよい。な *

$$\text{平滑度SS} = (\Delta r_{1-12} = (r_{\max} - r_{\min})_{1-12}) / L$$

で表され、この平滑度SSは、上記保磁力*iHc*を考慮すると、30%以下であることが望ましく、更に好ましくは、15%以下とする。

【0036】例えば、磁石粒子の任意断面が図1のような正六角形形状をしていた場合、即ち、本発明を満足する平滑度SSを有する場合についての磁石粒子1の平滑度SSを以下に考察する。この考察においては、磁石粒子1の断面形状の長径Lが200μmであると仮定す ※

$$\text{平滑度SS} = (\Delta r_{1-12} = (r_{\max} - r_{\min})_{1-12}) / L$$

$$\begin{aligned} \text{平滑度SS} &= (100 - 85) / 200 \\ &= 15 / 200 \\ &= 7.5\% \end{aligned}$$

一方、図2に示したような異形形状では、*r_{max}*が125μm、*r_{min}*が60μmという場合がある。この場合には、

$$\begin{aligned} \text{平滑度SS} &= (125 - 60) / 200 \\ &= 65 / 200 \\ &= 32.5\% \end{aligned}$$

となり、本発明の範囲外となる。

【0038】＜樹脂ボンディッド磁石の製造方法＞上記のようにして製造された磁石粒子は、樹脂バインダ中に分散され固結されて樹脂ボンディッド磁石とされる。

*お、前述したようにNの一部をCおよび/またはSiに換えてもよい。

【0030】N化の後には粒子表面の平滑化工程が行なわれる。この平滑化工程はN化工程の前に行なってもよい。

【0031】本発明において、磁石粒子表面を平滑化する方法は特に制限はないが、物理的表面加工法、化学的表面加工法が考えられる。

【0032】物理的表面加工法としては、エネルギーの小さな加工法、例えば、スタンプミルやライカイ機等による粒子間の共ズリ作用により粒子表面を平滑化する加工法を用いることが望ましい。

【0033】化学的表面加工法としては、エッチングを用いることができる。用いる薬品としては、アルカリ、酸中でも溶出するが、反応速度を適宜に制御する為弱酸が望ましい。例えば酢酸などを用いることができる。

【0034】磁石粒子は、表面の平滑度が上がる程、保磁力*iHc*が増大する。保磁力*iHc*が、10kOe以上となるまで平滑化を進めることが望ましい。

【0035】なお、本発明において、磁石粒子表面の平滑度SSは、磁石粒子の任意断面の重心を中心として、平面を30度づつに12等分して、12個のセグメントを形成し、各セグメントにおける重心から表面までの距離を*r*とし、各セグメント内での最大値*r_{max}*と最小値*r_{min}*の差をΔ*r*とし、断面形状の長径をLとしたとき、次式

※る。この長径Lの位置を上記最大値*r_{max}*とすると、この最大値*r_{max}*は100μm、最小値*r_{min}*は85μmとなる。なお、この形状では、最大値*r_{max}*と最小値*r_{min}*の差Δ*r*はこの部分で最大となるので、この部分について考察する。

【0037】これらの数値を上記の平滑度SSの式に代入すると、

【0039】樹脂ボンディッド磁石の製造は、通常の方法に従って行なえばよい。すなわち、まず、上記のようにして得られた磁石粒子と樹脂バインダとを混合後、成形し、必要に応じて熱処理を施す。また、成形後、樹脂バインダーを含浸法により負荷する工程も適用できる。

【0040】成形方法に特に制限はなく、本発明はコンプレッション成形を用いるコンプレッションボンディッド磁石およびインジェクション成形を用いるインジェクションボンディッド磁石のいずれにも適用することができる。

【0041】用いるバインダに特に制限はなく、公知の樹脂ボンディッド磁石に利用される各種樹脂を用いればよい。例えば、コンプレッションボンディッド磁石の場合は各種硬化剤を用いたエポキシ樹脂等の各種熱硬化性樹脂を、また、インジェクションボンディッド磁石の場合はポリアミド樹脂等の各種熱可塑性樹脂を用いればよい。なお、混合時のバインダの状態には特に制限はない。

【0042】磁石粒子とバインダとの混合方法に特に制限はなく、水平回転円筒型混合機、正立方体型混合機、縦形二重円錐型混合機、V型混合機、鋤板混合機、らせん混合機、リボン混合機、衝撃回転混合機等のいずれを用いてもよい。コンプレッション成形あるいはインジェクション成形の条件に特に制限はなく、公知の条件から適当に選択すればよい。

【0043】なお、樹脂ボンディッド磁石には、上記した磁石粒子およびバインダに加え、必要に応じて潤滑剤、カップリング剤、可塑剤、酸化防止剤等が含有されていてもよい。

【0044】＜磁気特性＞上記した方法により製造された樹脂ボンディッド磁石では、10kOe以上、特に12kOe以上の保磁力 iH_c が得られ、また、8kG以上、特に11kG以上の飽和磁化 πI_s が得られる。

【0045】＜金属ボンディッド磁石＞磁石粒子は、樹脂ボンディッド磁石で用いたものと同一のものをを用いることができるので、ここでは詳細な説明を省略する。

【0046】＜バインダ＞本発明で用いるバインダは、55.0℃以下、好ましくは50.0℃以下で磁石粒子を結合可能な金属から構成される。

【0047】このような金属としては、融点が150～500℃程度の金属単体、合金および金属間化合物が好ましく、例えば、Zn、Sn、Pb、Mg-Ba、Ba-Pb、Bi、In、Bi-Li、Ni-Ce、Ce-Ge、Ce-Znなどが挙げられる。これらのうち特に、ZnまたはSnが好ましい。

【0048】本発明の金属ボンディッド磁石では、磁石粒子の周囲に、磁石粒子構成元素とバインダ構成元素とが含まれる混在部が形成されていることが望ましい。この混在部の存在により、大きな保磁力が得られる。

【0049】混在部中には、通常、磁石粒子構成元素として少なくともTおよび/またはR、特にFeおよび/またはSmが含有されるが、本発明では、後述するようにTまたはRを選択的に混在部に含有させることができる。

【0050】磁石粒子構成元素とバインダ構成元素とは金属間化合物として存在することが好ましく、特に、磁石粒子のTとバインダ構成元素との金属間化合物が混在部に含まれることが好ましい。例えば、バインダとしてZnを用いた場合、混在部には、 Zn_7Fe_3 、 Zn_9Fe_1 、 Sm_2Zn_{17} などの金属間化合物が含有される

ことが好ましく、特に Zn_7Fe_3 や Zn_9Fe_1 が含有されることが好ましい。

【0051】＜磁気特性＞上記した方法により製造された金属ボンディッド磁石では、10kOe以上、特に15kOe以上の保磁力 iH_c が得られ、また、7kG以上、特に10kG以上の飽和磁化 πI_s が得られる。

【0052】

【実施例】以下、本発明の具体的実施例を示し、本発明をさらに詳細に説明する。下記表1に示される組成の磁石粒子を用いて、樹脂ボンディッド磁石を作製した。

【0053】＜磁石粉末の製造＞まず、Sm金属とFe金属を原料として高周波誘導加熱により母合金インゴットを作製した。母合金インゴットは Th_2Zn_{17} 型の菱面体型構造の結晶粒を有し、平均結晶粒径は約500 μm であった。なお、結晶構造はX線回折法により確認した。

【0054】次に、母合金インゴットに溶体化処理を施した。溶体化処理は、Arガス雰囲気中にて1150℃で16時間行なった。

【0055】溶体化処理後、母合金インゴットを平均粒子径20 μm までディスクミル粉碎し、得られた合金粉末を、 $Sm_{8.9}$ 、 $Fe_{74.8}$ 、 $N_{16.3}$ の組成となるように窒化処理を施して磁石粉末とした。窒化処理は、 N_2 ガス雰囲気中にて450℃で10時間熱処理することにより行なった。各磁石粉末のキュリー温度は450～490℃程度であった。

【0056】次に、上述のようにして形成された磁石粒子をエポキシ系樹脂バインダと混合し、コンプレッション成形および熱硬化を行なって樹脂ボンディッド磁石を作製した。これらの樹脂ボンディッド磁石について、保磁力 iH_c および飽和磁化 $4\pi I_s$ の測定を行なった。結果を表1に示す。

【0057】

【表1】

【0058】表1に示される結果から、本発明の効果が明らかである。すなわち、表面を平滑化した磁石粒子を用いた樹脂ボンディッド磁石では高い磁気特性が得られており、特に平滑度SSが30%を超える磁石粒子を用いた場合、10kOeと極めて高い保磁力を得られている。

【0059】金属ボンディッド磁石

平均粒子径15 μm のバインダの粉末と上記磁石粒子の混合物を、超硬合金製ライカイ機により作製した。バインダにはZn（融点419℃）を用い、混合物中のバインダの粉末の含有率は12.5体積%とした。混合物をコンプレッション成形し、得られた成形体をホットプレスにより加圧熱処理した。ホットプレスの際のプレス時間は1時間、保持温度は450℃、加圧圧力は3t/cm²とした。ホットプレス後、冷却し、金属ボンディッド磁石を得た。この金属ボンディッド磁石をN化物ピソミ

ル、ジェットミルにより粉碎し、磁石粒子平均粒径 $3\mu\text{m}$ を得た。

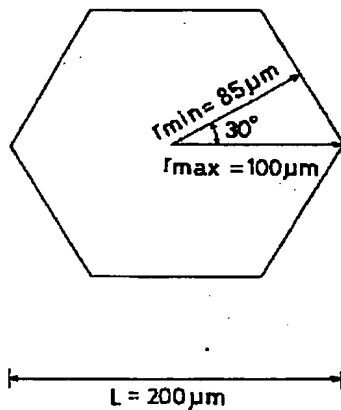
【0060】このようにして得られた金属ボンディッド磁石の磁気特性を調べたところ、上記樹脂ボンディッド磁石と同様またはそれ以上の高磁気特性が得られた。

【0061】このようにして得た磁石粒子を、超硬製のライカイ機で、乳棒回数 100rpm、乳鉢回転数 25rpm で加工した。このようにして得られた磁石粉末を用いて上記と同様にして樹脂ボンディッド磁石および金属ボンディッド磁石を作製したところ、上記実施例と同様に高

磁気特性が得られた。

【0062】また、上記各実施例において磁石粒子の F

【図 1】



eの一部をCoで置換した場合、 T_c の上昇、 $4\pi I_s$ の向上ならびに iH_c の僅かな低下が認められた。

【0063】上記実施例では、平滑化加工を、粉碎工程とは別に行ったが、粉碎工程と同時に進めてもよい。

【0064】

【発明の効果】本発明の磁石粒子においては、上述のようにその表面の平滑化により高磁気特性が得られるようになった。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明による磁石粒子の断面図である。

【図 2】本発明外の磁石粒子の断面図である。

【図 2】

